



TUGAS AKHIR - RF141501

APLIKASI METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D UNTUK IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN SITUS ALAS TRIK SIDOARJO

Praditya Rahma
NRP 3714100029

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si.
NIP. 19591010 198803 1 002

Juan Pandu GNR, S.Si., M.T.
NIP. 19890612 201504 1003

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

UNDERGRADUATE THESIS - RF141501

APPLICATION OF 2D GEOELECTRICAL RESISTIVITY METHOD FOR IDENTIFICATION OF ALAS TRIK SITE SIDOARJO

Praditya Rahma
NRP 3714100029

Advisors
Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si.
NIP. 19591010 198803 1 002

Juan Pandu GNR, S.Si, M.T.
NIP. 19890612 201504 1003

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

APLIKASI METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D UNTUK IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN SITUS ALAS TRIK SIDOARJO

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada**

**Departemen Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

Surabaya, 25 Juli 2018

Menyetujui,



1. Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si. (Pembimbing I)
NIP. 19591010 198803 1 002
2. Juan Pandu GNR, S.Si., M.T. (Pembimbing II)
NIP 19890612 201504 1 003
3. Moh. Singgih Purwanto, S.Si., M.T. (Penguji I)
NIP 19800916 200912 1 002
4. Mariyanto, S.Si., M.T. (Penguji II)
NIP. 1991201711044

Mengetahui,

**Kepala Laboratorium Geofisika Teknik dan Lingkungan
Departemen Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**



**Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si.
NIP. 19591010 198803 1 002**

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "APLIKASI METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D UNTUK IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN SITUS ALAS TRIK SIDOARJO" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 25 Juli 2018



Praditya Rahma
Nrp 3714100029

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

APLIKASI METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D UNTUK IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN SITUS ALAS TRIK SIDOARJO

Nama Mahasiswa : Praditya Rahma
NRP : 03411440000029
Jurusan : Teknik Geofisika ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si.
Juan Pandu GNR, S.Si, MT

ABSTRAK

Situs Alas Trik merupakan peninggalan masa lalu yang diduga sebagai awal berdirinya kerajaan Majapahit. Situs berada di Desa Kedung Bocok, Kecamatan Tarik Sidoarjo. Situs yang telah ditemukan berupa susunan batu bata sepanjang 5 trap yang berarah barat-timur yang terpendam di bawah permukaan dengan kedalaman 0.5 meter. Dilakukan survey dengan metode geofisika yaitu geolistrik resistivitas 2D untuk mengetahui area persebaran situs yang masih terpendam di bawah permukaan. Penelitian dilakukan menggunakan metode resistivitas 2D konfigurasi Dipole-Dipole yang memiliki sensitivitas terhadap variasi horizontal pada kedalaman yang dangkal. Penelitian dilakukan pada saat musim hujan dengan karakter tanah yang cenderung berair. Lintasan penelitian sebanyak 5 lintasan dimana sebanyak 4 lintasan dengan panjang lintasan 62 meter berada pada area persawahan di sebelah selatan situs, dan 1 lintasan dengan panjang 31 meter berada sejajar dengan situs yang berada di sebelah utara. Didapatkan hasil bahwa pada lintasan 1, 2, 3, dan 5 dengan kedalaman mulai dari 1 meter terdapat nilai resistivitas 32 – 100 ohm-m, dan pada lintasan 4 pada kedalaman mulai dari 0.5 meter memiliki nilai resistivitas 32 – 100 ohm-m, yang diindikasikan sebagai adanya batu bata merah di bawah permukaan. Situs Alas Trik diindikasikan memiliki area persebaran hingga ke area persawahan yang berada di sisi selatan lokasi penemuan situs, serta terdapat kemenerusan situs yang telah dilakukan penggalian yang mengarah ke sebelah timur.

Kata Kunci : Konfigurasi Dipole-Dipole, Metode resistivitas 2D, Situs Alas Trik

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

APPLICATION OF 2D GEOELECTRICAL RESISTIVITY METHOD FOR IDENTIFICATION OF ALAS TRIK SITE SIDOARJO

Name of Student : Praditya Rahma
Student ID Number : 03411440000029
Department : Teknik Geofisika ITS
Advisor Lecture : Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si.
Juan Pandu GNR, S.Si, MT

ABSTRACT

Alas Trik site is a relic of the alleged past as the beginning of the Majapahit empire. The site is located in Kedung Bocok Village, Tarik Sidoarjo. The site has been found in the form of brick arrangement along 5 trap west-east trending that buried beneath the surface with a depth of 0.5 meters. Geophysical survey was conducted by geophysical resistivity 2D to determine the area of the spread of the site is still buried under the surface. The study was conducted using the Dipole-Dipole 2D resistivity method that has sensitivity to horizontal variations at shallow depths. The study was conducted during the rainy season with the character of the land that tends to run. 5 tracking lines of line where as many as 4 line with a length of 62 meters lane are in the rice field area to the south of the site, and 1 line with a length of 31 meters is parallel to the site located in the north. It was found that on tracks 1, 2, 3, and 5 with depths ranging from 1 meter there is a resistivity value of 32 - 100 ohm-m, and on track 4 at depths ranging from 0.5 meters has a resistivity value of 32 - 100 ohm-m, which indicated as a red brick beneath the surface. Alas Trik site is indicated to have a dispersal area up to the rice fields located on the south side of the site discovery site, as well as there is a continuity of sites that have been carried out excavations that lead to the east.

Keywords: Dipole-Dipole Configuration, 2D Resistivity Method, Alas Trick Site

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas rahmat-Nya laporan Tugas Akhir yang berjudul “APLIKASI METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D UNTUK IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN SITUS ALAS TRIK SIDOARJO” ini dapat terselesaikan.

Pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dapat terlaksanakan dengan baik, tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu, Bapak, dan seluruh keluarga, berkat dukungan moril maupun materi selama penulis menjalani tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Widya Utama, DEA selaku Ketua Departemen Teknik Geofisika ITS.
3. Bapak Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si. dan Bapak Juan Pandu GNR, S.Si, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
4. Seluruh dosen Departemen Teknik Geofisika ITS yang telah banyak memberikan ilmu selama penulis melakukan studi di Departemen Teknik Geofisika ITS.
5. Staf Departemen Teknik Geofisika ITS yang telah membantu secara administrasi selama penulis melakukan studi di Departemen Teknik Geofisika ITS.
6. Tim Geoarkeologi yang selalu memberikan dukungan dan kerjasamanya demi terselesaikannya tugas akhir ini.
7. Keluarga besar TG-03 yang selalu memberi dukungan, semangat dan do'a untuk tugas akhir ini.
8. Seluruh teman-teman Teknik Geofisika ITS atas semangat dan dukungannya.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat dituliskan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Penulis berharap semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi semua pihak dan dapat diterima sebagai sumbangan pemikiran dalam pengembangan ilmu pengetahuan

Surabaya, 25 Juli 2018
Praditya Rahma

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Penemuan Situs Arkeologi	3
2.2 Geologi Regional Daerah Penelitian	5
2.2.1 Fisiografi Daerah Penelitian	6
2.2.2 Stratigrafi Regional	7
2.3 Metode Geolistrik Resistivitas.....	7
2.4 Konfigurasi Dipole-Dipole	10
2.5 Resistivitas Batu Bata Candi	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2 Peralatan Penelitian	13
3.3 Desain Akuisisi Penelitian.....	13
3.4 Langkah-langkah Penelitian	15

3.5 Pengolahan Data.....	16
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Analisis Hasil Penelitian	19
4.2 Pembahasan.....	23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN.....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 . 1 Batu Pipisan atau Arupadatu (Garda Wilwatikta, 2018)	3
Gambar 2 . 2 Batu Lumpang dan serpihan Gerabah (Garda Wilwatikta, 2018) ..	3
Gambar 2 . 3 Dorpal (Garda Wilwatikta, 2018)	4
Gambar 2 . 4 Situs Alas Trik (Garda Wilwatikta, 2018)	5
Gambar 2 . 5 Peta Geologi Daerah Penelitian (Noya dkk., 1992)	6
Gambar 2 . 6 Fisiografi Jawa Timur (Bemmelen, 1949)	6
Gambar 2 . 7 Stratigafi regional daerah Sidoarjo (Duyfjes, 1938), (S. Santoso dan Suwarti, 1992).....	7
Gambar 2 . 8 Susunan elektroda untuk survey Geolistrik Resistivitas 2D (Loke dan Barker, 1996)	9
Gambar 2 . 9 Pola aliran arus dan bidang ekipotensial antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan (Reynolds, 2011)	9
Gambar 2 . 10 Susunan elektroda pada konfigurasi Dipole-Dipole.....	10
Gambar 2 . 11 Hasil penampang inversi 2D situs arkeologi Biting (Mufidah, 2016).....	11
Gambar 2 . 12 Hasil penampang inversi 2D kompleks candi Belahan (Rochman dkk., 2017).....	12
 Gambar 3 . 1 Lintasan penelitian	14
Gambar 3 . 2 Diagram alir penelitian Resistivitas 2D	15
Gambar 3 . 3 Input data pada notepad	16
Gambar 3 . 4 <i>Mesh Constructor</i>	17
Gambar 3 . 5 <i>Program setup</i>	18
 Gambar 4 . 1 Hasil Inversi 2D pada lintasan 1	19
Gambar 4 . 2 Hasil Inversi 2D pada lintasan 2	20
Gambar 4 . 3 Hasil Inversi 2D pada lintasan 3	21
Gambar 4 . 4 Hasil Inversi 2D pada lintasan 4	21

Gambar 4 . 5 Hasil Inversi 2D pada lintasan 5	22
Gambar 4 . 6 Hasil perpotongan antara lintasan 1,2,dan 3	23
Gambar 4 . 7 Rekonstruksi lintasan 1, 2, dan 3	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel kedalaman pada tiap konfigurasi	11
Tabel 2. 2 Nilai resistivitas batuan dan mineral bumi (Telford dkk., 1990)	12
Tabel 4. 1 Klasifikasi skala nilai resistivitas.....	24

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Studi tentang peninggalan situs arkeologi dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai perilaku kehidupan sosial budaya pada jaman dahulu. Minimnya informasi yang diperoleh, tentang peninggalan arkeologi yang masih terpendam di bawah permukaan tanah merupakan suatu hambatan untuk dilakukannya proses ekskavasi (Rusmin, 2013). Proses yang selama ini dilakukan dalam pencarian situs-situs arkeologi dilakukan melalui cerita-cerita yang berkembang dimasyarakat sehingga pada saat menemukan situs dan dilakukan ekskavasi tidak mendapatkan hasil seperti yang diinginkan, selain itu juga tidak mengetahui bagaimana persebaran situs yang telah ditemukan. Penemuan situs dan benda arkeologi itu sendiri selama ini berasal dari proses ketidaksengajaan warga yang menemukan singkapan situs yang kemudian dilakukan proses ekskavasi.

Situs Alas Trik yang berada di Desa Kedung Bocok, Kecamatan Tarik Sidoarjo merupakan penemuan terbaru yang sebelumnya di Desa Kedung Bocok ini telah ditemukan benda benda arkeologi seperti lumpang alu, dorpak, dan pecahan-pecahan gerabah kuno. Situs ini merupakan peninggalan pada jaman kerajaan yang berupa susunan batu bata merah kuno yang tersusun atas 5 trap dengan kondisi terpendam di bawah permukaan pada kedalaman antara 25 cm-30 cm, situs ini diduga sebagai daerah kadipaten pada saat awal mula berdirinya kerajaan Majapahit. Kondisi bawah permukaan disekitar area susunan situs yang telah ditemukan tersebut belum diketahui sehingga perlu dilakukan pengukuran dengan metode pemetaan bawah permukaan yang dapat mengukur parameter-parameter fisika di sekitar area situs Alas Trik agar dapat diketahui bagaimana persebaran situs yang ada di desa Kedung Bocok sehingga apabila dilakukan proses ekskavasi tidak menimbulkan kerusakan dan memperoleh hasil yang signifikan dan efisien.

Identifikasi keadaan bawah permukaan bumi berkaitan dengan situs arkeologi dapat dilakukan dengan metode geofisika Geolistrik Resistivitas. Prinsip dasar metode resistivitas adalah mempelajari variasi nilai resistivitas batuan bawah permukaan sehingga dapat diketahui keadaan perlapisan bawah permukaannya yang berasosiasi dengan keberadaan peninggalan situs Alas Trik. Parameter resistivitas diperoleh dengan mengukur arus yang diinjeksikan ke dalam bumi dan mengukur beda potensial yang ditimbulkannya. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah geolistrik resistivitas 2D dengan konfigurasi Dipole-Dipole. Konfigurasi Dipole-Dipole dipilih karena memiliki sensitifitas terhadap variasi secara horizontalnya yang baik (Loke dan Barker, 1996)

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang pada penelitian adalah bagaimana area persebaran dari situs Alas Trik berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada identifikasi bawah permukaan, dilakukan dengan batasan masalah sebagai berikut:

1. Daerah penelitian terletak di Desa Kedung Bocok, Kecamatan Tarik, Kabupaten Sidoarjo.
2. Penelitian menggunakan metode resistivitas 2D konfigurasi *Dipole-Dipole*.
3. Data yang digunakan adalah data primer dari akuisisi pada daerah penelitian.

1.4 Tujuan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui area persebaran dari situs Alas Trik berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penerapan ilmu Geofisika dalam membantu identifikasi situs arkeologi.
2. Memberikan informasi sebagai langkah untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penemuan Situs Arkeologi

Penelusuran benda-benda arkeologi yang selama ini telah dilakukan oleh berbagai komunitas pecinta budaya dan sejarah untuk menelusuri keberadaan jejak-jejak peradaban masa lalu di wilayah Kecamatan Tarik termasuk desa Kedung Bocok yaitu mereka telah mendapatkan hasil berupa adanya beberapa penemuan benda-benda arkeologi seperti halnya penemuan batu Pipisan atau Arupadatu yang terbuat dari batuan andesit, benda ini memiliki ukuran panjang 35 cm, lebar 20 cm dan tebal bagian tengah 18 cm .



Gambar 2 . 1 Batu Pipisan atau Arupadatu (Garda Wilwatikta, 2018)

Penemuan benda lainnya yaitu berupa batu lumpang yang terbuat dari batuan andesit dengan diameter 20 cm serta puluhan pecahan-pecahan tembikar dan gerabah kuno yang ditemukan di daerah desa Kedung Bocok, dimana saat ini benda-benda tersebut telah dikumpulkan dan dipamerkan di Kantor Desa Kedung Bocok.



Gambar 2 . 2 Batu Lumpang dan serpihan Gerabah (Garda Wilwatikta, 2018)

Penemuan benda Dorpal berukuran panjang 120 cm, lebar 40 cm, dengan ketebalan 20 cm. Dorpal ini merupakan sebuah artefak yang terbuat dari batu andesit dimana dapat berfungsi sebagai tempat untuk menambatkan pintu agar dapat menggerakkan pintu membuka maupun menutup atau berfungsi sebagai engsel. Dorpal tersebut ditemukan oleh warga sekitar dengan kondisi menancap dengan posisi miring yang berorientasi timur barat di area persawahan milik warga yang bernama Abah Gino di Desa Kedung Bocok. Pada tanggal 31 Desember 2017, Dorpal tersebut dipindahkan ke Kantor Desa Kedung Bocok (Garda Wilwatikta, 2018).



Gambar 2 . 3 Dorpal (Garda Wilwatikta, 2018)

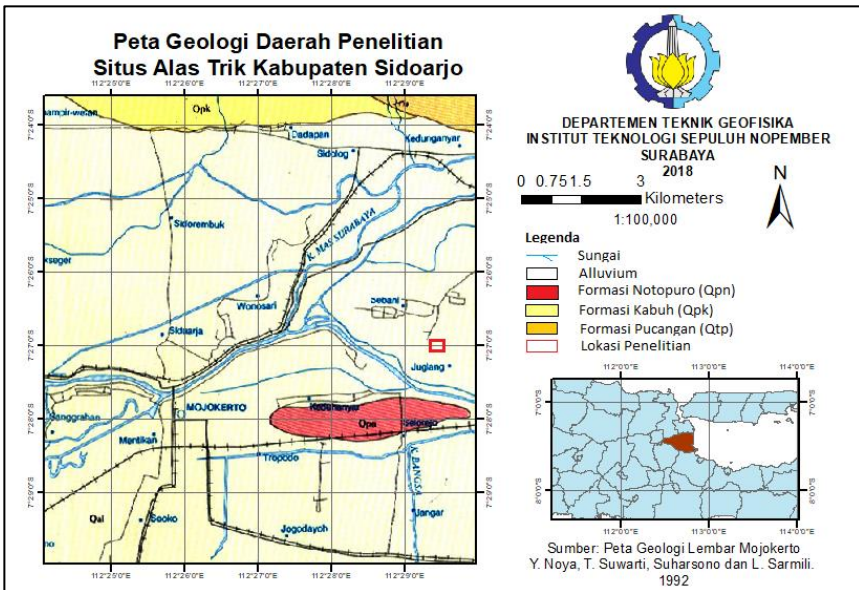
Penemuan terbaru mengenai dugaan adanya peninggalan jejak-jejak peradaban masa lalu di daerah Kedung Bocok yaitu adanya penemuan situs pada Sabtu 3 Februari 2018 oleh seorang warga dusun Klintar Desa Kedung Bocok bernama bapak Paiman yang menemukan batu bata merah kuno terpendam dibawah permukaan, setelah itu dilakukan proses penggalian yang menghasilkan penemuan berupa susunan batu bata merah kuno yang diduga sebagai bekas pondasi ruangan kedaton awal Majapahit di daerah Alas Trik. Susunan batu bata tersebut terpendam di bawah permukaan dengan kedalaman antara 25 cm hingga 30 cm. Hasil penggalian sementara hanya ditemukan struktur bata yang tersusun sepanjang 5 trap . Penggalian sementara dihentikan karena banyaknya air yang merembes ke area situs sehingga mengalami kesulitan dalam penggalian. Berdasarkan cerita yang berkembang dimasyarakat dikatakan bahwa dalam serat Pararaton diceritakan setelah terjadinya keruntuhan Kerajaan Singosari, Dyah Sanggramawijaya diberi tempat oleh Prabu Jayakatwang untuk bermukim di hutan Trik, dikatakan bahwa hutan Trik berada diantara dua sungai dan dekat dengan Pelabuhan Canggal. Berdasarkan cerita tersebut, kini situs yang baru saja ditemukan diberi nama Situs Alas Trik.



Gambar 2 . 4 Situs Alas Trik (Garda Wilwatikta, 2018)

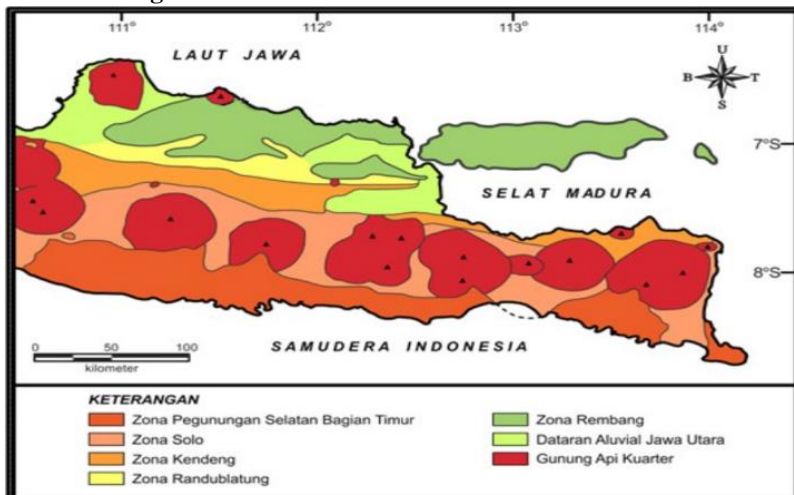
2.2 Geologi Regional Daerah Penelitian

Kabupaten Sidoarjo ditinjau dari kondisi geografis wilayah terletak pada $112,5^{\circ}$ - $112,9^{\circ}$ Bujur Timur dan $7,3^{\circ}$ - $7,5^{\circ}$ Lintang Selatan. Batas wilayah Kabupaten Sidoarjo adalah sebelah utara berbatasan dengan kota Surabaya dan kabupaten Gresik, sebelah timur berbatasan dengan Selat Madura, sebelah selatan berbatasan dengan kabupaten Pasuruan, dan sebelah barat berbatasan dengan kabupaten Mojokerto. Geomorfologi daerah Sidoarjo dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu daerah pegunungan pada bagian selatan dan daerah dataran pada bagian utara. Daerah pegunungan vulkanik merupakan bagian dari gunung Penanggungan yang tersusun atas endapan dari gunung Penanggungan dan batuan endapan gunung Arjuno Purba. Daerah pegunungan lipatan berarah timur barat mencakup daerah gunung Bang dan di sekitar Raci. Di daerah ini dijumpai batuan-batuan sedimen yang telah terlipat, membentuk antiklinal-antiklinal. Daerah dataran terdapat di bagian utara dengan ketinggian mencapai 15-18 meter dpl merupakan delta dikenal sebagai delta Brantas yang terbentuk oleh sungai Surabaya yang mengalir di bagian utara ke Kota Surabaya dan sungai Porong yang mengalir di bagian selatan. Kedua sungai ini merupakan anak-anak dari sungai Brantas. Berdasarkan peta geologi lembar Mojokerto disebutkan bahwa daerah penelitian merupakan endapan alluvial.



Gambar 2 . 5 Peta Geologi Daerah Penelitian (Noya dkk., 1992)

2.2.1 Fisiografi Daerah Penelitian



Gambar 2 . 6 Fisiografi Jawa Timur (Bemmelen, 1949)

Daerah Sidoarjo secara fisiografi termasuk dalam Zona Kendeng yang diapit oleh Zona Rembang di bagian utara dan zona Solo di bagian selatan

(Bemmelen, 1949), di wilayah ini tersingkap Formasi Kabuh, Formasi Jombang, dan Aluvium. Sebelah utara wilayah Sidoarjo terdapat antiklin dengan sumbu berarah Timur ke Barat yang menghunjam ke arah Timur (Selat Madura). Antiklin ini menempati bagian timur dari Zona Kendeng tersebut. Di bagian selatan terdapat dataran yang tertutupi oleh endapan alluvial yang kontak langsung dengan batuan vulkanik Gunung Penanggungan.

2.2.2 Stratigrafi Regional

Duyfjes, 1938		Supandjono, dkk, 1992 Santosa dan Suwarti, 1992	Umur
Aluvium		Aluvium	HOLOSEN
Batuan vulkanik muda G. Penanggungan		Batuan gunung api Kuartier Atas G. Penanggungan	
Ketidakselarasan			
Batuan vulkanik G. Arjuna Purba		Batuan gunung api Kuartier Tengah G. Ringgit	PLISTOSEN
Formasi Jombang		Formasi Jombang	
Formasi Kabuh		Formasi Kabuh	
Formasi Pucangan	Fasies vulkanik	Formasi Pucangan	
	Fasies lempung	Formasi Lidah	

Gambar 2 . 7 Stratigafi regional daerah Sidoarjo (Duyfjes, 1938), (S. Santoso dan Suwarti, 1992).

Penyebaran batuan di daerah Sidoarjo merupakan dataran aluvium. Sedangkan batuan vulkanik dan batuan sedimen tersingkap masing-masing di bagian selatan dan utara. Dari penyebaran batuan tersebut menunjukkan batuan-batuan yang tersingkap dari tua ke muda adalah sebagai berikut: formasi Pucangan, formasi Kabuh, formasi Jombang, endapan vulkanik gunung Arjono Purba, endapan vulkanik muda gunung Penanggungan, dan endapan Aluvial.

2.3 Metode Geolistrik Resistivitas

Metode geolistrik resistivitas efektif bila digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, metode ini lebih banyak digunakan dalam bidang geologi

seperti penentuan kedalaman batuan dasar, pencarian reservoir air, penyelidikan mineral, survey arkeologi juga dalam eksplorasi geothermal dan geofisika lingkungan (Reynolds, 2011). Metode ini diterapkan dengan menggunakan sumber arus buatan yang diinjeksikan ke dalam tanah melalui ujung-ujung elektroda untuk menghasilkan variasi perubahan nilai resistivitas (distribusi resistivitas) baik ke arah horisontal maupun vertikal (Telford dkk., 1990). Menurut (Loke dan Barker, 1996) data yang diperoleh di lapangan merupakan data nilai resistivitas bawah permukaan yang selanjutnya dilakukan inversi sehingga diperoleh variasi resistivitas dari suatu sistem pelapisan tanah yang berasosiasi dengan struktur geologi di bawah permukaan sehingga dapat diketahui jenis material pada lapisan tersebut.

Menurut (D. Santos, 2002) teknik pengukuran geolistrik dibagi menjadi dua yaitu *mapping* dan *sounding (drilling)*. Metode *mapping* bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas lapisan bawah permukaan secara horisontal dengan jarak spasi elektroda yang tetap untuk semua titik pengamatan di permukaan bumi. Metode *sounding* bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas batuan di bawah permukaan bumi secara vertical dengan mengubah-ubah jarak elektroda. Beberapa macam konfigurasi elektroda yang sering digunakan menurut (Anggraeni, 2004), diantaranya: konfigurasi Wenner, konfigurasi Wenner-Schlumberger, konfigurasi Dipole-dipole, konfigurasi Pole-pole, Rectangle Line Source dan lain-lain

Untuk mengetahui perubahan resistivitas lapisan batuan di bawah permukaan tanah yaitu dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) ke bawah permukaan melalui kontak dua elektroda arus, kemudian distribusi potensial yang dihasilkan diukur melalui dua elektroda potensial. Untuk mengetahui struktur bawah permukaan lebih dalam, maka spasi masing-masing elektroda arus dan elektroda potensial ditambah secara bertahap. Semakin besar spasi elektroda maka efek penembusan arus ke bawah semakin dalam. Hubungan antara rapat arus dan intensitas medan listrik dengan Hukum Ohm adalah sebagai berikut:

$$J = \sigma \cdot E \quad (2.1)$$

Dari persamaan diatas diperoleh persamaan umum untuk menentukan rewsistivitas suatu medium homogen, yaitu:

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = R \frac{A}{L} \quad (2.2)$$

Dimana,

- ρ = Resistivitas mineral (Ωm)
- L = Panjang (m)
- R = Tahanan yang diukur (Ω)

A = Luas penampang (m^2)

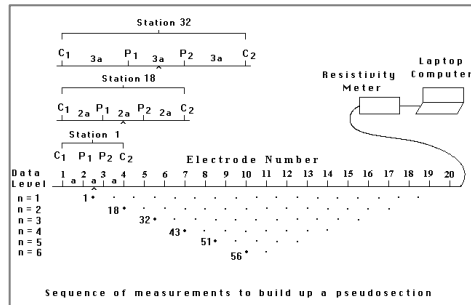
Karena $R = \frac{\Delta V}{I}$, maka diperoleh:

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \frac{A}{L} \quad (2.3)$$

Dimana,

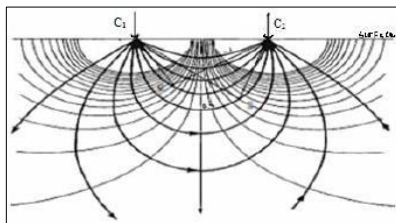
ΔV = Beda potensial

I = Kuat arus yang dilalui bahan (Ampere)



Gambar 2 . 8 Susunan elektroda untuk survey Geolistrik Resistivitas 2D (Loke dan Barker, 1996)

Pada gambar 2.8 merupakan susunan keempat elektroda yang biasa digunakan dalam metode geolistrik resistivitas. Pada gambar 2.9 merupakan garis-garis aliran arus dan ekuipotensial diubah oleh dekatnya kedua elektroda arus. Perubahan dari garis-garis ekuipotensial yang melingkar lebih jelas pada daerah antara dua elektroda arus sebagaimana ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 2 . 9 Pola aliran arus dan bidang ekuipotensial antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan (Reynolds, 2011)

Metode geolistrik resistivitas didasarkan pada anggapan bahwa bumi mempunyai sifat homogen isotropis dengan asumsi nilai resistivitas yang terukur merupakan resistivitas yang sebenarnya dan tidak tergantung pada spasi elektroda. Namun pada kenyataannya bumi tersusun atas lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Karenanya harga resistivitas yang terukur seolah-olah merupakan nilai resistivitas untuk satu lapisan saja. Sehingga resistivitas yang terukur adalah resistivitas semu.

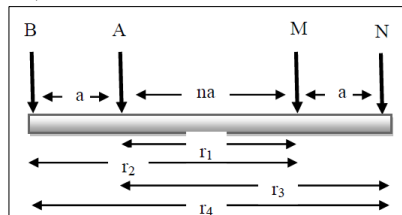
Berdasarkan persamaan (2.10) besar resistivitas semu :

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.4)$$

Dengan K adalah faktor geometri yaitu besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus. Dengan mengukur ΔV dan I maka harga ρ_a dapat ditentukan.

2.4 Konfigurasi Dipole-Dipole

Konfigurasi dipole-dipole merupakan gabungan dari teknik *profiling* dan *depth sounding*. Konfigurasi dipole-dipole menempatkan jarak yang sama “ a ” antara elektroda arus AB dan elektroda potensial MN yang terpisah dengan jarak na , dengan n adalah bilangan bulat . Konfigurasi Dipole-Dipole adalah susunan yang paling sensitif terhadap variasi resistivitas secara horizontal pada masing-masing pasangan dipole, namun relatif tidak peka terhadap variasi secara vertikal. Kedalaman investigasi tergantung pada jarak antar elektroda “ a ” dan jarak antar dua dipole “ na ”. Kelemahan pada konfigurasi ini adalah penurunan kekuatan sinyal dengan meningkatnya jarak antara dua dipole (Dahlin dan Loke, 1997)



Gambar 2 . 10 Susunan elektroda pada konfigurasi Dipole-Dipole

Faktor geometri untuk konfigurasi Dipole-Dipole yaitu:

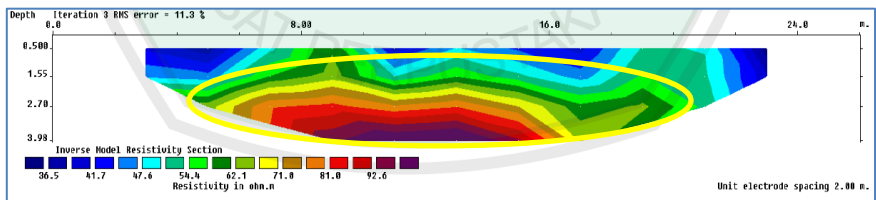
$$k = \pi a n(n + 1)(n + 2) \quad (2.6)$$

Tabel 2. 1 Tabel kedalaman pada tiap konfigurasi (Sumber: M.H. Loke,1999)

Array type	z_e/a	z_e/L	Geometric Factor	Inverse Geometric Factor (Ratio)
Wenner Alpha	0.519	0.173	6.2832	0.15915 (1.0000)
Wenner Beta	0.416	0.139	18.850	0.05305 (0.3333)
Wenner Gamma	0.594	0.198	9.4248	0.10610 (0.6667)
Dipole-dipole				
n = 1	0.416	0.139	18.850	0.05305 (0.3333)
n = 2	0.697	0.174	75.398	0.01326 (0.0833)
n = 3	0.962	0.192	188.50	0.00531 (0.0333)
n = 4	1.220	0.203	376.99	0.00265 (0.0166)
n = 5	1.476	0.211	659.73	0.00152 (0.0096)
n = 6	1.730	0.216	1055.6	0.00095 (0.0060)
n = 7	1.983	0.220	1583.4	0.00063 (0.0040)
n = 8	2.236	0.224	2261.9	0.00044 (0.0028)
Equatorial dipole-dipole				
n = 1	0.451	0.319	21.452	0.04662 (0.2929)
n = 2	0.809	0.362	119.03	0.00840 (0.0528)
n = 3	1.180	0.373	367.31	0.00272 (0.0171)
n = 4	1.556	0.377	841.75	0.00119 (0.0075)
Wenner - Schlumberger				
n = 1	0.519	0.173	6.2832	0.15915 (1.0000)
n = 2	0.925	0.186	18.850	0.05305 (0.3333)
n = 3	1.318	0.189	37.699	0.02653 (0.1667)
n = 4	1.706	0.190	62.832	0.01592 (0.1000)
n = 5	2.093	0.190	94.248	0.01061 (0.0667)
n = 6	2.478	0.191	131.95	0.00758 (0.0476)
n = 7	2.863	0.191	175.93	0.00568 (0.0357)
n = 8	3.247	0.191	226.19	0.00442 (0.0278)
n = 9	3.632	0.191	282.74	0.00354 (0.0222)
n = 10	4.015	0.191	345.58	0.00289 (0.0182)
Pole-dipole				
n = 1	0.519		12.566	0.07958 (0.5000)
n = 2	0.925		37.699	0.02653 (0.1667)
n = 3	1.318		75.398	0.01326 (0.0833)
n = 4	1.706		125.66	0.00796 (0.0500)
n = 5	2.093		188.50	0.00531 (0.0334)
n = 6	2.478		263.89	0.00379 (0.0238)
n = 7	2.863		351.86	0.00284 (0.0178)
n = 8	3.247		452.39	0.00221 (0.0139)
Pole-Pole	0.867		6.28319	0.15915 (1.0000)

2.5 Nilai Resistivitas Batu Bata Candi

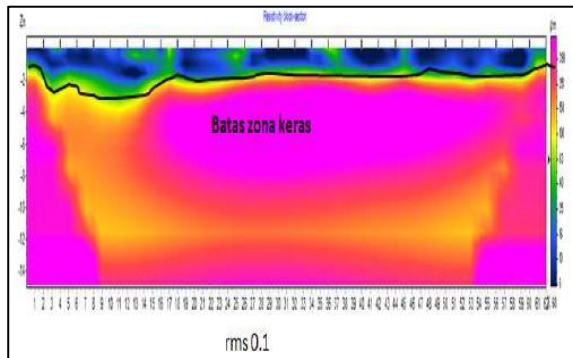
Nilai resistivitas batubata candi berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Mufidah, 2016) mengenai penelitian arkeologi pada situs Biting di daerah Lumajang didapatkan penampang bawah permukaan dengan rentang nilai Resistivitas 41.7 Ω m - 92.6 Ω m pada kedalaman 1.55m – 3.98m yang indikasikan sebagai anomaly batu bata merah penyusun situs Biting.



Gambar 2 . 11 Hasil penampang inversi 2D situs arkeologi Biting (Mufidah, 2016)

Penelitian dengan metode geolistrik tahanan jenis yang pernah dilakukan oleh (Rochman dkk., 2017) untuk mengetahui bawah permukaan kompleks candi Belahan, didapatkan nilai resistivitas 10-20 Ω m pada kedalaman 0-4 meter

yang terdapat garis berwarna hitam yang diduga sebagai runtuh batu bata menyusun candi Belahan.



Gambar 2 . 12 Hasil penampang inversi 2D kompleks candi Belahan (Rochman dkk., 2017)

Tabel 2. 2 Nilai resistivitas batuan dan mineral bumi (Telford dkk., 1990)

Material	Resistivitas pada $20^{\circ}C (\Omega m)$
Udara	0
Air asin	0,2
Air Tanah	0,5 – 200
Lempung	1 – 100
Pasir	1 – 1000
Tembaga	1 – 1,7
Magnesium	4,2
Bijih besi	0,1 – 25
Khrom	13,2
Aluvium	10 – 800
Mangan	44 – 160
Kerikil	100 – 600
Batu pasir	200 – 8000
Gamping	$50 - 1 \times 10^7$
Karbon	3000
Batuan garam	$30 - 1 \times 10^{13}$
Kwarsa	$4 \times 10^{10} - 2 \times 10^{14}$
Andesit	$1,7 \times 10^2 - 4,5 \times 10^8$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian Tugas Akhir berada di area situs Alas Trik di desa Kedung Bocok, Kecamatan Tarik, Sidoarjo. Penelitian dilakukan pada bulan Maret – Juni 2018. Proses akuisisi data dilakukan pada saat musim hujan sehingga kondisi daerah penelitian yang cenderung berair.

3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

- a. Perangkat keras :
 - 1 set *Multichannel FYA 1.0*
 - 1 set Resistivitymeter
 - 2 rol Meteran
 - 1 set palu
 - 8 roll kabel
 - 64 buah elektroda
 - 1 buah GPS
 - Kompas
 - Laptop.

Perangkat lunak :

- Google earth
- Arcgis 10.3
- Microsoft Excel 2010
- Notepad
- ZondRes2D

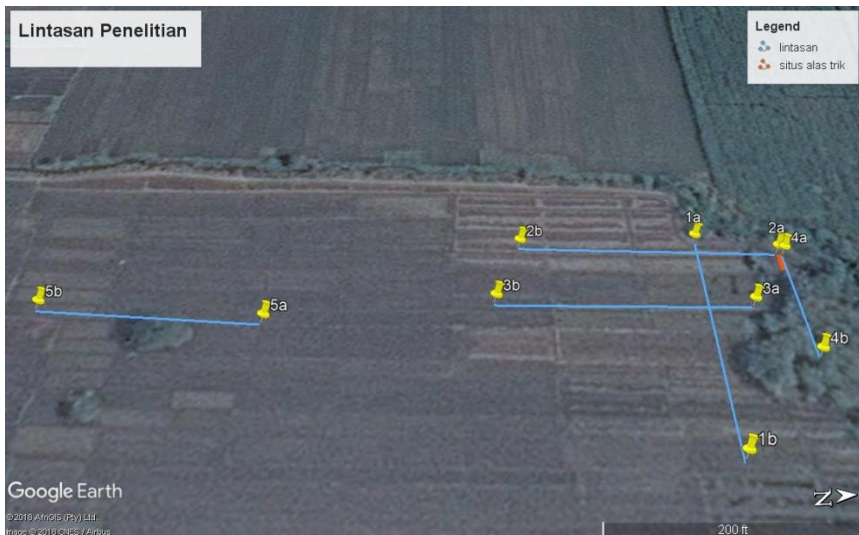
3.3 Desain Akuisisi Penelitian

Lintasan penelitian dengan metode resistivitas 2D adalah sebanyak 5 lintasan. Sebanyak 4 lintasan penelitian berada di area persawahan di sebelah selatan lokasi penemuan situs dan 1 lintasan berada di area pemakaman di sebelah utara lokasi penemuan situs. Lintasan 1 memiliki panjang lintasan 62 meter dengan arah lintasan barat – timur. Lintasan 2 memiliki panjang lintasan 62 meter dengan arah lintasan utara-selatan. Lintasan 3 memiliki panjang lintasan 62 meter dengan arah lintasan utara-selatan. Lintasan 4 memiliki panjang lintasan 31 meter dengan arah lintasan barat-timur. Lintasan 5 memiliki panjang lintasan 62 meter dengan arah lintasan utara-selatan. Pada saat akuisisi data dilakukan plotting lokasi penelitian di titik awal dan akhir lintasan dengan

menggunakan GPS, kemudian data koordinat di plot pada Google Earth untuk mengetahui arah dari lintasan pengukuran yang telah dilakukan.

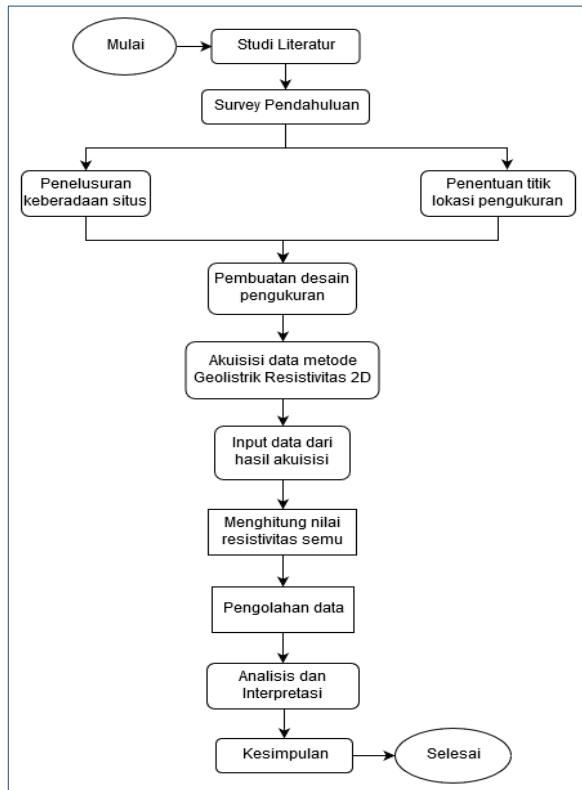
Tabel 3.1 Koordinat Lintasan Penelitian

Nama Lintasan	Awal (A)	Akhir (B)	Spasi (m)	Panjang lintasan
Lintasan 1	664746.29 m E 9176187.09 m S	664819.01 m E 9176179.97 m S	2	62 meter
Lintasan 2	664752.18 m E 9176211.70 m S	664744.94 m E 9176132.51 m S	2	62 meter
Lintasan 3	664771.96 m E 9176197.79 m S	664765.93 m E 9176122.67 m S	2	62 meter
Lintasan 4	664752.74 m E 9176213.52 m S	664790.33 m E 9176210.43 m S	1	31 meter
Lintasan 5	664768.74 m E 9176055.44 m S	664760.15 m E 9175990.64 m S	2	62 meter



Gambar 3 . 1 Lintasan penelitian

3.4 Langkah-langkah Penelitian



Gambar 3 . 2 Diagram alir penelitian Resistivitas 2D

Adapun penjelasan dari diagram alir penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

- Studi literatur: dilakukan untuk mencari informasi mengenai penemuan-penemuan benda arkeologi yang terdapat pada daerah desa Kedung Bocok, Tarik Sidoarjo dan juga untuk mempelajari bagaimana aplikasi metode geolistrik pada studi arkeologi.
- Survey pendahuluan: dilakukan dengan mengunjungi lokasi situs yang terdapat di daerah Tarik dan mengumpulkan informasi tentang situs tersebut.
- Pembuatan desain pengukuran: desain pengukuran dilakukan setelah menentukan target yang ingin didapatkan yaitu area persebaran dan

kemenerusan struktur dari situs Alas Trik. Panjang lintasan pengukuran yaitu 31 meter dan 62 meter.

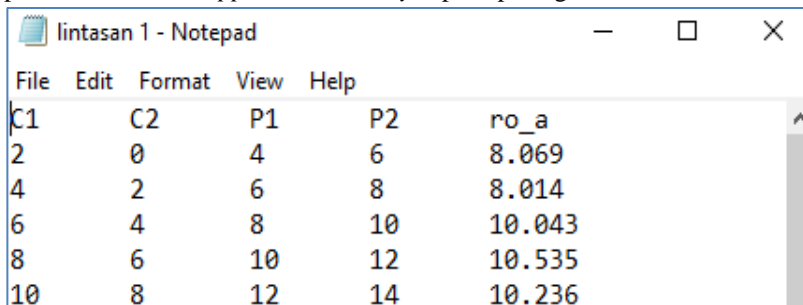
- d. Akuisisi data geolistrik resistivitas 2D: akuisisi dilakukan dengan menggunakan konfigurasi dipole-dipole pada lokasi yang telah ditentukan berdasarkan desain lintasan yang telah dibuat, dimana pada akuisisi ini menghasilkan data beda potensial dan arus.
- e. Perhitungan nilai resistivitas semu: data lapangan terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *apparent resistivity*.
- f. Pengolahan data: pengolahan dilakukan untuk mendapatkan penampang variasi resistivitas dan kedalaman lapisan bawah permukaan pada masing-masing lintasan.
- g. Analisis dan Interpretasi: berdasarkan hasil penampang variasi resistivitas maka dapat dilakukan analisis yang mengindikasikan adanya lapisan batu bata dan kemudian diinterpretasikan area persebaran situs.
- h. Kesimpulan: setelah dilakukan analisis dan interpretasi maka dapat ditarik kesimpulan area persebaran dari situs.

3.5 Pengolahan Data

Hasil yang didapatkan dalam proses akuisisi data adalah nilai arus dan tegangan, nilai tersebut kemudian diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel* untuk mencari nilai *apparent resistivity*. Pengolahan *apparent resistivity* untuk memperoleh nilai resistivitas yang sebenarnya dilakukan dengan menggunakan ZondRes2D, tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut

1. Input data pada notepad

Nilai *apparent resistivity* yang diperoleh kemudian dilakukan penginputan data untuk dilakukan proses inversi pada ZondRes2D. Input data yang dilakukan yaitu menggunakan notepad dengan format .Z2D. Data yang diinput pada notepad tersebut berisi tentang posisi elektroda arus dan potensial dan nilai *apparent resistivity* seperti pada gambar



C1	C2	P1	P2	ρ_a
1	C2	P1	P2	ro_a
2	0	4	6	8.069
4	2	6	8	8.014
6	4	8	10	10.043
8	6	10	12	10.535
10	8	12	14	10.236

Gambar 3 . 3 Input data pada notepad

Dimana:

C1 : Letak elektroda arus A

C2 : Letak elektroda arus B

P1 : Letak elektroda potensial M

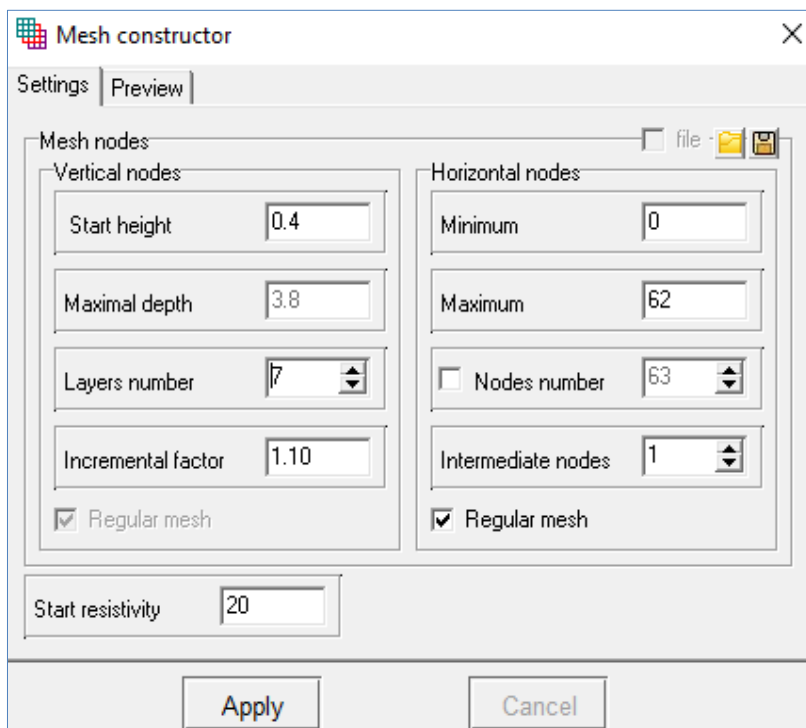
P2 : Letak elektroda potensial N

ro_a: Nilai *apparent resistivity*

Setelah itu dilakukan input data pada ZondRes2D, dimana akan muncul pengaturan antara lain

2. *Mesh constructor*

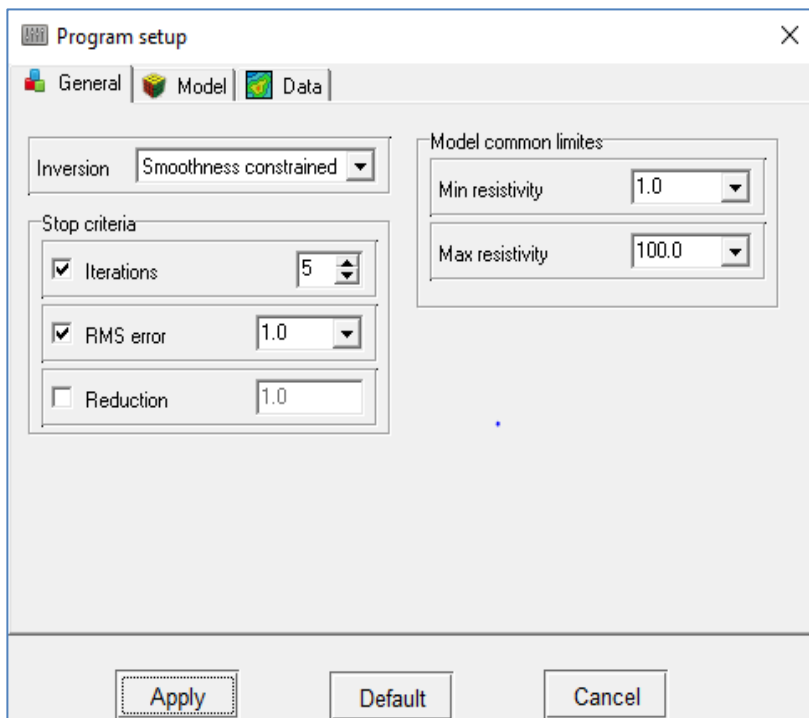
Mesh constructor berisi informasi tentang pengaturan model awal, pada layers number dapat disesuaikan untuk mengatur kedalaman maksimal yang ingin didapatkan.



Gambar 3 . 4 *Mesh Constructor*

3. Proses Inversi

Proses inversi dilakukan untuk mendapatkan penampang bawah permukaan berdasarkan variasi nilai resistivitas hasil pengukuran dan perhitungan pada ZondRes2D. Inversi yang digunakan pada penelitian ini adalah *smoothness constrained* dengan iterasi sebanyak 5 kali. Smoothness constrained merupakan inversi dari metode least square dengan hasil algoritma yang halus dan distribusi parameter yang stabil.



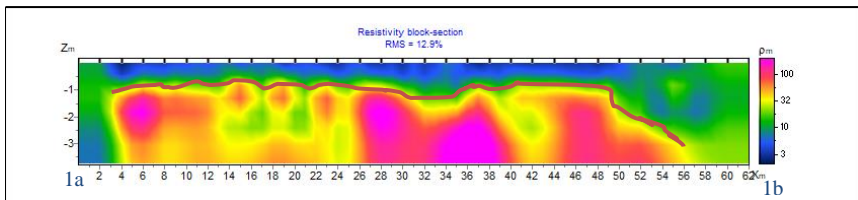
Gambar 3 . 5 Program setup

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hasil Penelitian

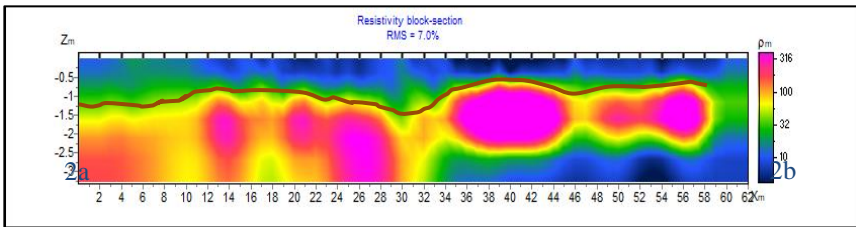
Setelah dilakukan pengolahan dengan menggunakan *software* ZondRes2D, didapatkan hasil berupa penampang bawah permukaan pada masing masing lintasan, hasil penampang bawah permukaan tersebut kemudian dilakukan analisis lapisan batuan dan indikasi terdapatnya lapisan batu bata. Hasil yang didapatkan pada pengolahan data adalah sebagai berikut:



Gambar 4 . 1 Hasil Inversi 2D pada lintasan 1

Lintasan 1 merupakan lintasan yang berpotongan dengan lintasan 2 dan 3. Lintasan ini berada di sebelah selatan lokasi situs di area persawahan, dengan arah lintasan barat - timur. Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan pada lintasan 1, didapatkan penampang bawah permukaan seperti pada gambar 4.1. Hasil yang ada pada gambar penampang bawah permukaan tersebut merupakan variasi nilai resistivitas. Gambar penampang tersebut menunjukkan bahwa dengan panjang lintasan pengukuran 62 meter dan jumlah $n=6$ didapatkan lapisan bawah permukaan hingga kedalaman 3 meter. Variasi nilai resistivitas pada penampang ditunjukkan dengan skala warna yang berada pada sisi kanan penampang yaitu dengan nilai 3 ohm-m hingga 100 ohm-m. Rms error yang didapatkan yaitu 12.9%, dari 5 kali proses iterasi.

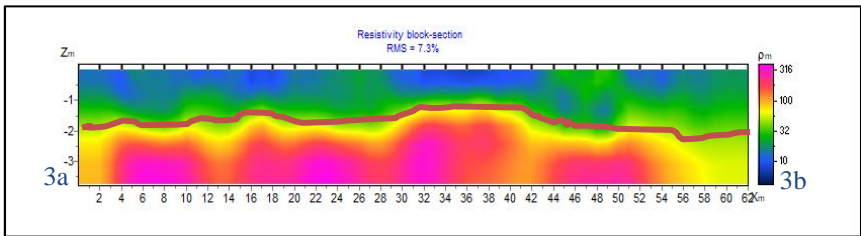
Identifikasi lapisan batuan yang dapat dilakukan berdasarkan hasil pengolahan yang didapatkan yaitu nilai resistivitas kurang dari 3 ohm-m yang ditunjukkan dengan warna biru tua diindikasikan sebagai lapisan lempung berair. Nilai resistivitas 3-32 ohm-m dengan warna biru-kuning diindikasikan sebagai lapisan lempung lanau, dan nilai resistivitas 32-100 ohm-m dengan warna kuning-merah muda diindikasikan sebagai lapisan lanau pasir atau batu bata penyusun situs. Anomali adanya lapisan batu bata terdapat pada meter ke 4 hingga 56, dengan kedalaman mulai dari 1 meter.



Gambar 4 . 2 Hasil Inversi 2D pada lintasan 2

Lintasan 2 merupakan lintasan yang melewati area situs dan berpotongan dengan lintasan satu. Lintasan 2 ini juga berada di area persawahan dan sedikit pada meter awal berada di area situs yang bukan merupakan area persawahan. Arah lintasan pengukuran pada lintasan 2 yaitu utara - selatan. Setelah dilakukan pengolahan data didapatkan penampang lapisan bawah permukaan pada gambar 4.2. hasil yang ditunjukkan pada gambar penampang lintasan 2 yaitu kedalaman yang dapat dilakukan identifikasi dengan panjang lintasan 62 meter dan jumlah $n=6$ yaitu hingga kedalaman 3 meter. Variasi nilai resistivitas yang didapatkan pada skala ohm-m yaitu dengan rentang nilainya 10-316 ohm-m. Rms error dari inversi 7% dengan 5 kali proses iterasi.

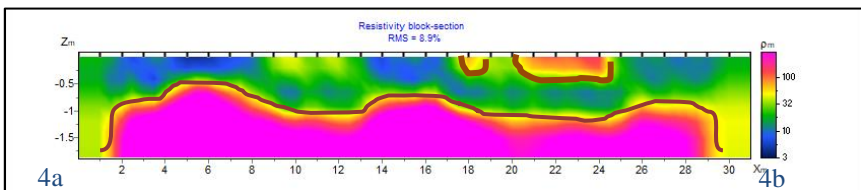
Identifikasi batuan berdasarkan gambar penampang yaitu pada kedalaman 0-1 meter dengan nilai resistivitas 0 - 10 ohm-m merupakan lapisan lempung basah yang ditunjukkan dengan penampang yang berwarna biru tua - biru, nilai resistivitas 10-32 ohm m ditunjukkan dengan penampang berwarna biru- hijau yang diindikasikan sebagai lapisan lempung lanau. Pada kedalaman 1 - 3 meter dengan nilai resistivitas 32 – 100 ohm-m merupakan lapisan lanau pasir yang mengindikasikan bahwa lapisan tersebut merupakan batu bata merah. Pada meter awal lintasan 2 merupakan lintasan yang memotong area situs dengan kedalaman situs yang kurang dari 0.5 m, namun hasil yang didapatkan nilai dengan resistivitas 10-32 ohm-m yang merupakan lapisan lempung lanau, hal ini dikarenakan pada saat penelitian, situs g terendam oleh air sehingga pembacaan nilai resistivitas yang rendah. Pada meter ke 32 – 62 meter pada kedalaman 2.5 hingga 3 meter lapisan yang terlihat pada penampang merupakan lapisan batuan lempung basah dimana pada kedalaman yang lebih dangkal lapisan yang terlihat merupakan lapisan lanau pasir yang mengindikasikan sebagai batu bata merah.



Gambar 4 . 3 Hasil Inversi 2D pada lintasan 3

Pada lintasan 3 yang berada di area persawahan dimana memiliki karakteristik tanah yang cenderung basah, orientasi arah pengukuran pada lintasan 3 arah yaitu utara - selatan. Lintasan 3 merupakan lintasan yang berpotongan dengan lintasan 1. Proses inversi yang telah dilakukan dalam pengolahan menghasilkan penampang bawah permukaan pada gambar 4.3. Berdasarkan hasil pengukuran dengan panjang betangan 62 meter dan jumlah $n=6$ dapat menunjukkan lapisan bawah permukaan hingga kedalaman 3 meter dengan variasi nilai resistivitas 0-316 ohm meter. Rms error yang didapatkan dari 5 kali iterasi yaitu 7 %.

Identifikasi perlapisan batuan berdasarkan hasil pengolahan data pada lintasan 3 yaitu nilai resistivitas <10 ohm meter diindikasikan sebagai lapisan lempung basah yaitu pada kedalaman 0-1 meter. Nilai resistivitas 10-32 ohm-m merupakan lapisan lempung lanau yang ditunjukkan dengan warna biru-hijau. Nilai resistivitas 32-100 ohm m diindikasikan sebagai lapisan lanau pasir atau lapisan batu bata.

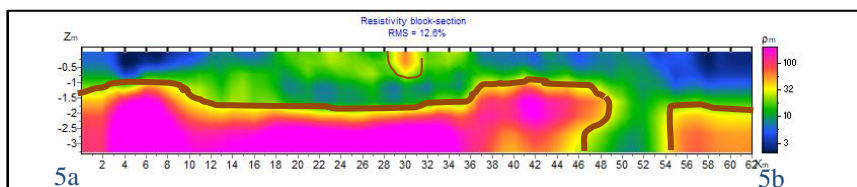


Gambar 4 . 4 Hasil Inversi 2D pada lintasan 4

Pengukuran lintasan 4 dilakukan sejajar dengan lokasi penemuan situs, pengukuran dilakukan dengan menerus ke area pemakaman umum dengan arah lintasan barat – timur dan panjang lintasan 31 meter, didapatkan gambar penampang bawah permukaan seperti gambar 4.4, berdasarkan hasil penampang tersebut didapatkan variasi nilai resistivitas dari 0 – 100 ohm-m, kedalaman yang dapat dijangkau dengan panjang lintasan 31 meter dengan jumlah $n = 6$

yaitu mencapai kedalaman 2 meter. Pada proses inversi dengan 5 kali iterasi didapatkan Rms error 8,9 %.

Identifikasi jenis batuan yang terdapat pada lapisan 4 antara lain pada kedalaman 0 – 1 meter merupakan lapisan lempung basah dengan nilai resistivitas 0 - 32 ohm-m, pada kedalaman mulai dari 1 meter dengan nilai resistivitas 32-100 ohm-m terdapat lapisan lempung pasir yang diduga sebagai lapisan batu bata merah. Pada bentangan meter ke 20 - 24 pada permukaan terdapat nilai resistivitas 32 – 100 ohm-m yang merupakan lapisan lempung pasir dan dapat diduga sebagai lapisan batu bata merah, hal ini dikarenakan pada titik pengukuran ini terdapat tumpukan batu bata merah yang berada di area pemakaman.



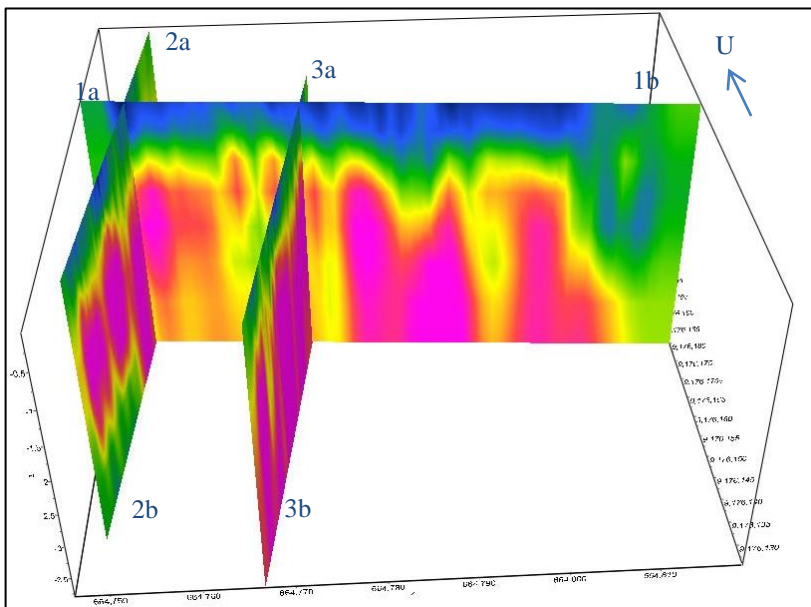
Gambar 4 . 5 Hasil Inversi 2D pada lintasan 5

Pada lintasan 5 dilakukan di sebelah barat pohon yang berada ditengah area persawahan, pohon tersebut dikelilingi oleh pagar berupa tumpukan batu bata merah, sehingga perlu dilakukan pengukuran agar dapat mengetahui apakah di sekitar area pohon tersebut juga terdapat area persebaran situs yang berjarak cukup jauh dari situs yang telah ditemukan. Lintasan 5 memiliki panjang lintasan 62 meter dengan jumlah $n=6$. Hasil inversi pada lintasan 5 menghasilkan penampang bawah permukaan dengan kedalaman hingga 3 meter..Rms error yang didapatkan dari 5 kali iterasi yaitu 12.6 persen.

Identifikasi lapisan bawah permukaan berdasarkan hasil yang didapat pada penampang lintasan 5 yaitu nilai resistivitas <3 ohm-m diindikasikan sebagai lapisan lempung yang sangat basah atau jenuh air yang ditunjukkan dengan penampang berwarna biru tua. Nilai resistivitas 3 -10 ohm-m diindikasikan sebagai lapisan lempung basah yang ditunjukkan oleh penampang berwarna biru-hijau, nilai resistivitas 10-32 ohm-m merupakan lapisan lempung lanau, nilai resistivitas 32-100 ohm-m merupakan lapisan lanau pasir yang mengindikasikan sebagai lapisan batu bata merah situs. Pada meter ke 22 – 34 meter pada kedalaman 0.5 meter terdapat lapisan lempung pasir atau yang diduga sebagai batu bata merah, hal ini dikarenakan pada bentangan ke 30-34 merupakan area pohon yang dikelilingi oleh batu bata merah.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan pada tiap lintasan pengukuran geolistrik resistivitas 2D, dapat diinterpretasikan bahwa : pada lintasan pengukuran 1, 2 dan 3 merupakan lintasan yang saling berpotongan yang kemudian dilakukan *cross section* , pada lintasan pengukuran 4 dan 5 tidak dilakukan *cross section* karena tidak adanya perpotongan dengan lintasan lainnya dan pada lintasan 5 terletak jauh dari lintasan 1, 2, 3, dan 4. *Cross section* dilakukan untuk mengkorelasikan tiap lintasan pengukuran yang saling berpotongan untuk mengetahui bagaimana kesamaan hasil yang terdapat pada titik meter yang saling berpotongan, hasil *cross section* pada lintasan 1, 2, 3 didapatkan pada gambar 4.6 yang terbentuk seperti gambaran 3 dimensi.



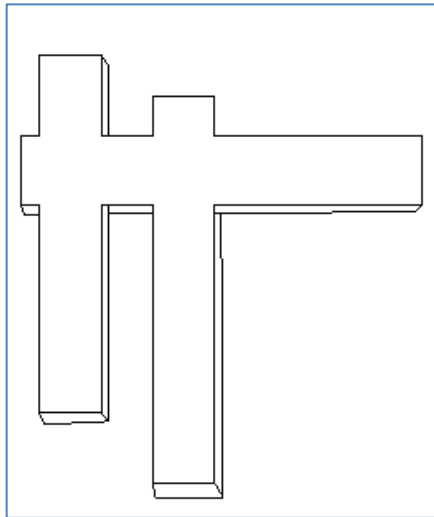
Gambar 4 . 6 Hasil perpotongan antara lintasan 1,2,dan 3

Nilai resistivitas berdasarkan pada hasil gambar penampang bawah permukaan pada 5 lintasan pengukuran dapat diklasifikasikan pada tabel 4.1 dimana anomaly yang diindikasikan sebagai batu bata memiliki nilai resistivitas yang tinggi.

Tabel 4. 1 Klasifikasi skala nilai resistivitas

Interpretasi jenis batuan	Skala	Resistivitas (Ωm)
Lempung yang sangat basah dan mengandung air	Sangat rendah	<3
Tanah lempung basah	Rendah	3-10
Lempung lanauan	Sedang	10-32
Lanau pasir / batu bata	Tinggi	32-100

Lintasan 1, 2, dan 3, merupakan lintasan yang berada di area persawahan yang berada di sebelah selatan lokasi penemuan situs. Berdasarkan pada hasil gambar 4.6, terdapat indikasi bahwa situs Alas Trik memiliki area persebaran hingga ke area persawahan yang berada di sisi selatan situs dengan arah persebaran barat - timur pada lintasan 1, pada lintasan 2 dan 3 adanya indikasi persebaran situs memiliki arah persebaran utara-selatan. Pada lintasan 4, terdapat indikasi bahwa situs yang telah ditemukan memiliki kemenerusan yang mengarah ke timur hingga lokasi pemakaman. Pada lintasan 5 terdapat indikasi bahwa situs Alas trik juga memiliki area persebaran di area persawahan dekat dengan lokasi pohon yang berada ditengah area persawahan indikasi adanya lapisan batu bata yang tersusun dari arah utara ke selatan.



Gambar 4 . 7 Rekonstruksi lintasan 1, 2, dan 3

Berdasarkan hasil *cross section* pada gambar 4.6 yang diduga adanya persebaran situs yang telah dilakukan ekskavasi, maka dilakukan pembuatan rekonstruksi bentuk bangunan. Gambar 4.7 yang merupakan hasil rekonstruksi pada lintasan 1, 2, dan 3, diindikasikan bahwa pada terdapat persebaran situs yang terbentuk seperti pondasi sebuah bangunan.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisa dan interpretasi data penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Situs Alas Trik diindikasikan memiliki area persebaran hingga ke area persawahan yang berada di sisi selatan lokasi situs, serta terdapat kemenerusan terhadap situs yang telah dilakukan penggalian ke arah timur.

5.2 Saran

1. Dilakukan penelitian pada saat musim kemarau dengan kondisi tanah yang lebih kering.
2. Dilakukan pengambilan sampel batu bata situs Alas Trik untuk uji resistivitas di laboratorium.
3. Melakukan pengukuran dengan area yang lebih luas sehingga dapat mencakup seluruh wilayah situs Alas Trik.

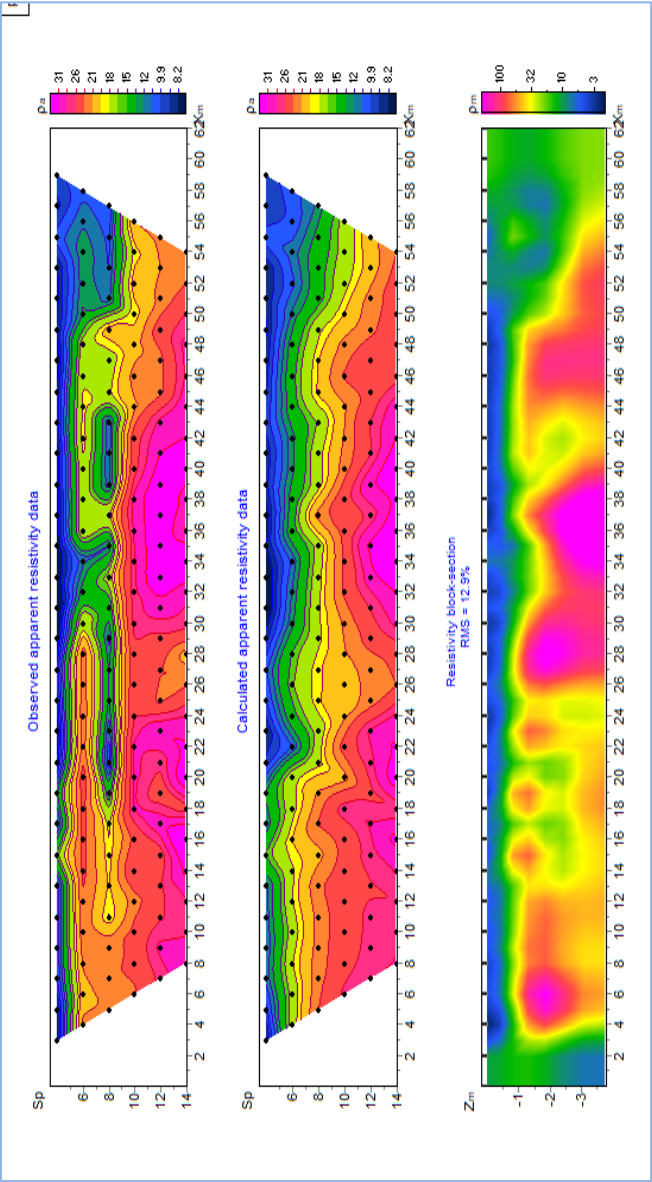
HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

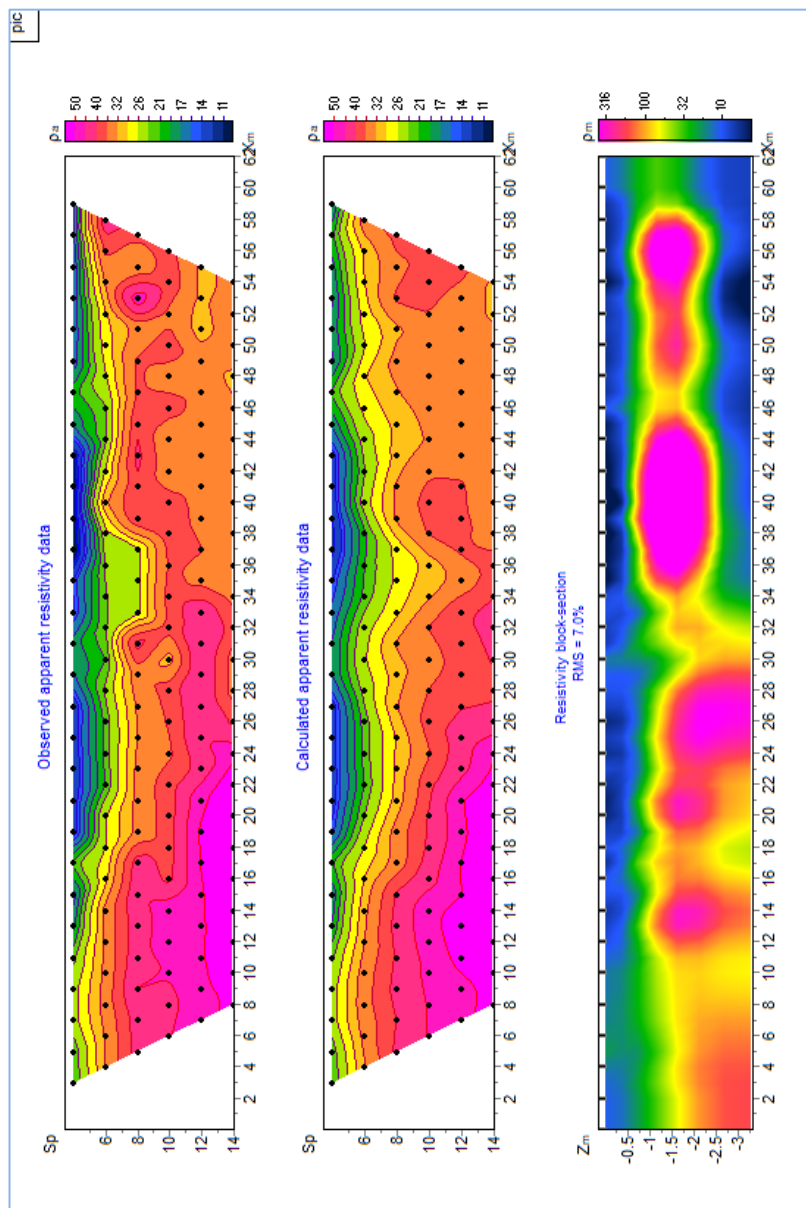
DAFTAR PUSTAKA

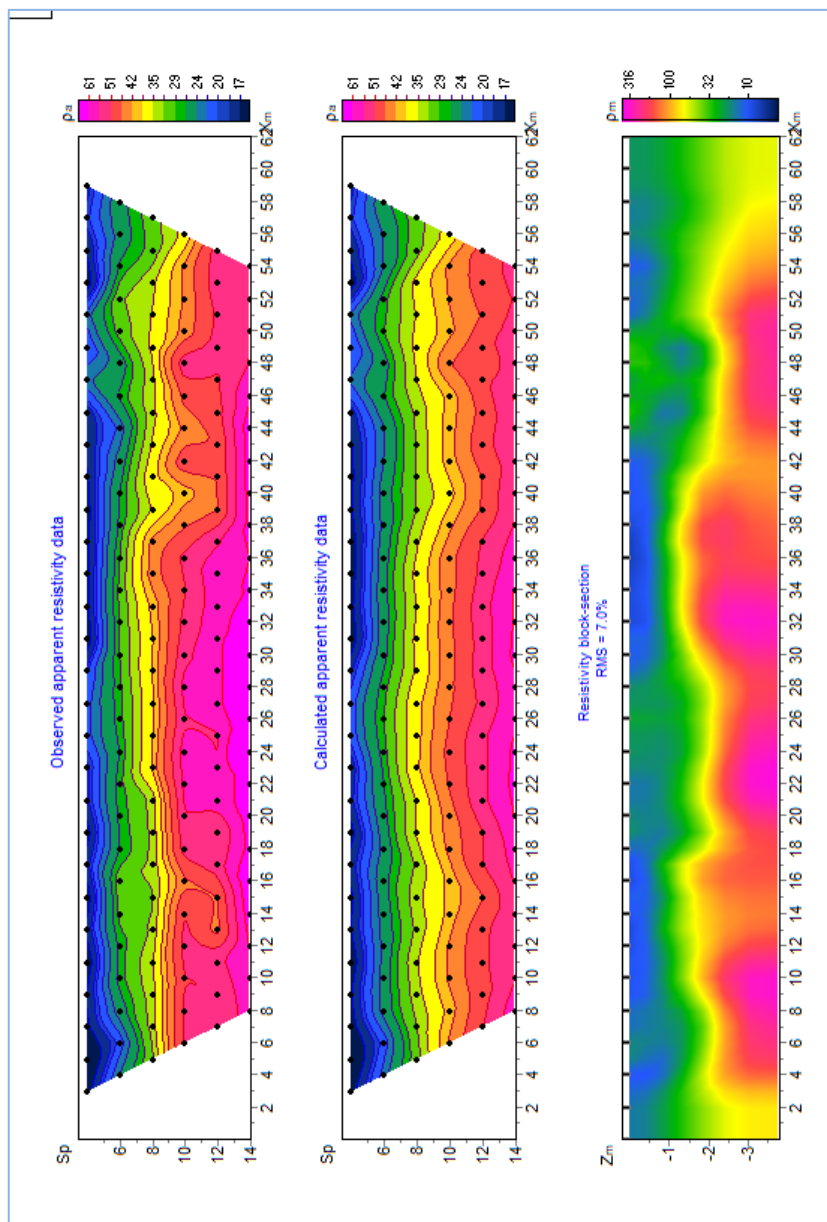
- Anggraeni, F. (2004), *Aplikasi Metode Geolistrik Resistivity untuk Mendeteksi Air Tanah.*, Universitas Jember.
- Bemmelen, R. Van (1949), *The Geology Of Indonesia General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes.*
- Dahlin, T. dan Loke, M.H. (1997), *Quasi-3D Resistivity Imaging - Mapping Of Three Dimensional Structures Using Two Dimensional DC Resistivity Techniques*, <http://doi.org/10.3997/2214-4609.201407298>.
- Duyfjes, J. (1938), *Geologische kaart van Java, toelichting bij blad 109 (Lamongan)*, Dients van den Mijnbouw in Nederlandsch-Indie, Batavia.
- Garda Wilwatikta (2018), *Selayang Pandang Situs Alas Trik*. Diambil 23 Februari 2018, dari <http://gardawilwatikta.blogspot.co.id/2018/02/selayang-pandangsitus-alas-trik.html?m=1>.
- Loke, M.H. dan Barker, R.D. (1996), "Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method", *Geophysical Prospecting*, Vol.44, No.1, hal. 131–152. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2478.1996.tb00142.x>.
- Mufidah, J. (2016), *Situs Arkeologi Biting Blok Salak Di Desa Lumajang Jawa Timur*, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Noya, Y., Suwarti, T., Suharsono dan Sarmili, L. (1992), *Peta Geologi Lembar Mojokerto, Jawa 1:100.000* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Reynolds, J. (2011), *An introduction to applied and environmental geophysics*. Diambil dari <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=kMnHYMgMzVQC&oi=fnd&pg=PR6&dq=An+Introduction+to+Applied+and+Environmental+Geophysics&ots=rUXCqIVjPJ&sig=5T8DwD38ydnUNnOPCC37g9Ke5Ps>.
- Rochman, J.P.G.N., Widodo, A., Bahri, A.S., Syaifuddin, F. dan Lestari, W. (2017), "Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis untuk Mengetahui Bawah Permukaan di Komplek Candi Belahan (Candi Gapura)", *Jurnal Geosaintek*, Vol.03, No.1. <http://doi.org/10.12962/j25023659.v3i2.2963>.
- Rusmin (2013), *Identifikasi Benda Arkeologi Di Kec. Makassar Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger*, Universitas Hasanuddin.
- Santoso, D. (2002), *Pengantar Teknik Geofisika*, ITB, Bandung.
- Santoso, S. dan Suwarti, T. (1992), *Peta Geologi Lembar Malang, Jawa 1:100.000* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sheriff, R.E. (1990), *Applied Geophysics*. <http://doi.org/10.1180/minmag.1982.046.341.32>.

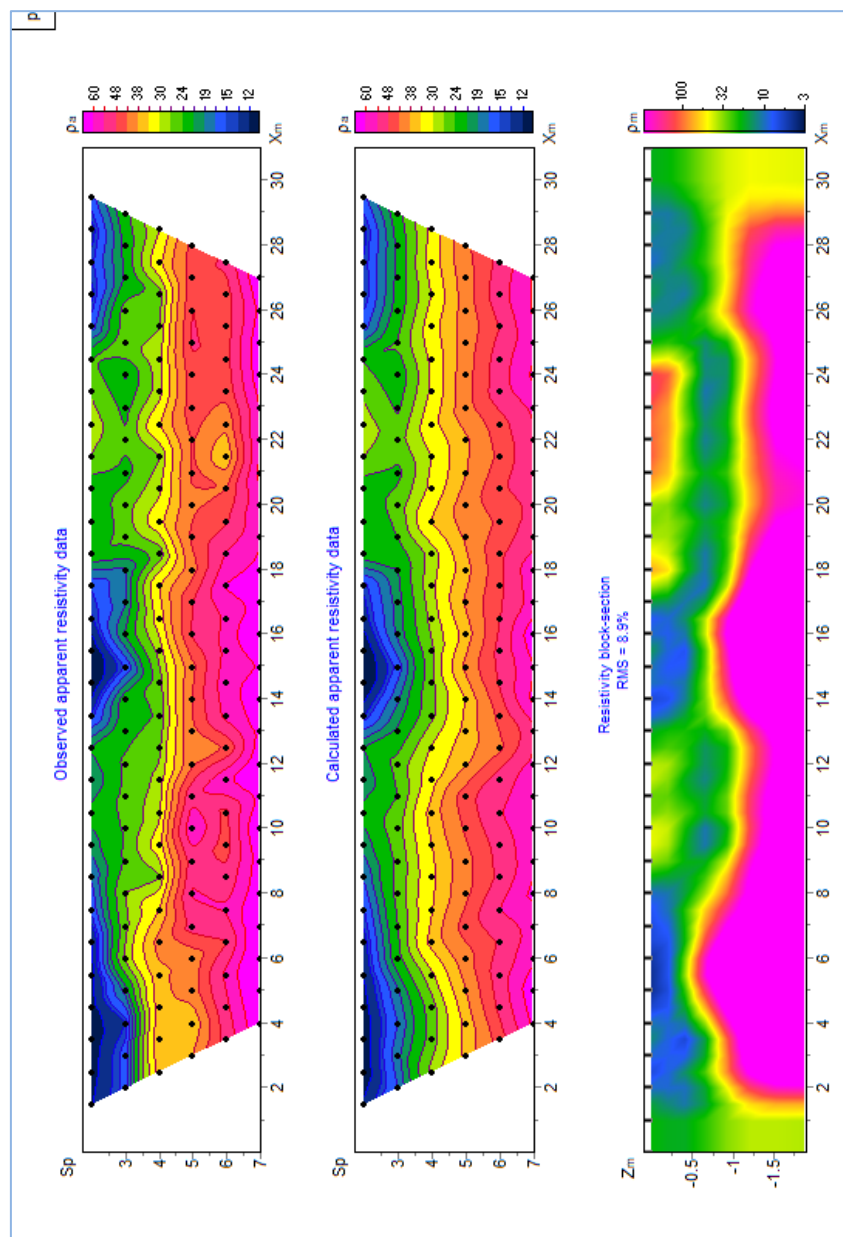
LAMPIRAN

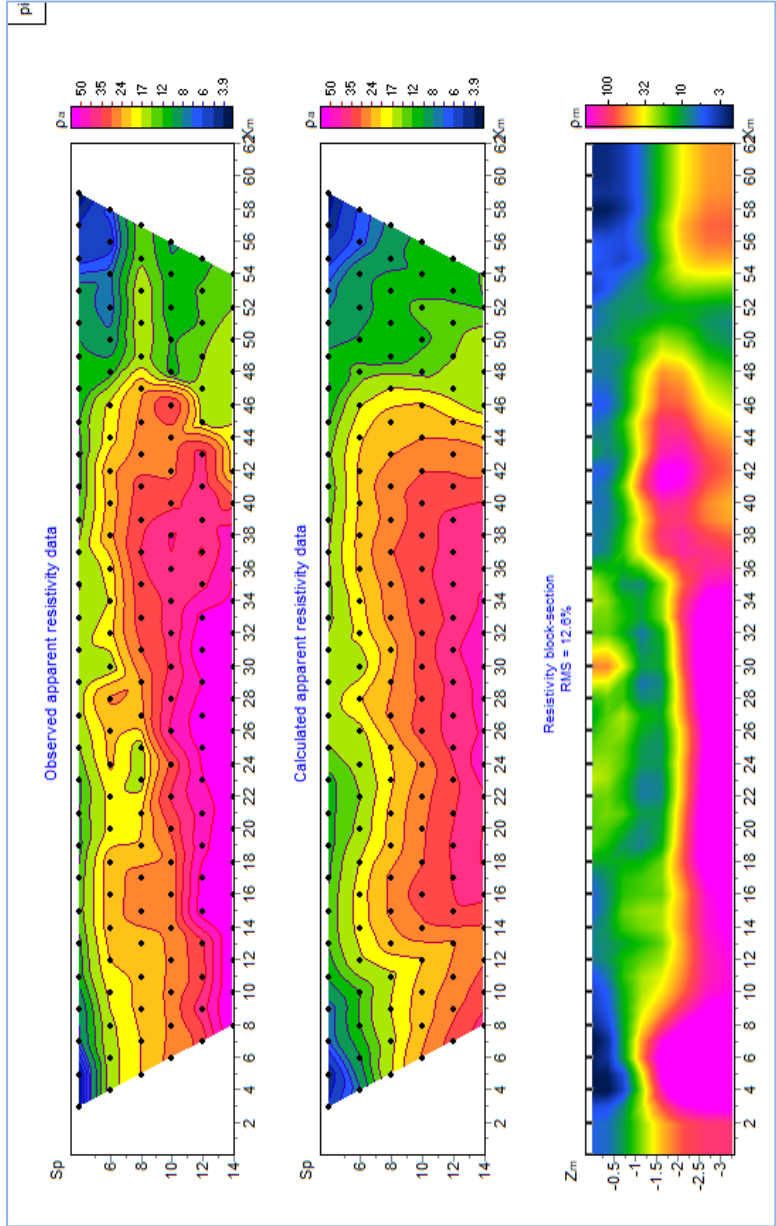
Lintasan 1











HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

PROFIL PENULIS



Praditya Rahma dilahirkan di kota Semarang, pada tanggal 02 September 1996 merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Marsidi dan Ibu Tutik Prasetyowati. Pendidikan formal penulis dimulai pada tahun 2002-2006 di SD Negeri Pamotan 1 dari kelas 1 hingga 4 SD kemudian pindah ke SD Negeri Berbek pada tahun 2006-2008 kelas 5 hingga 6. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Waru pada tahun 2008-2011, dan melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Waru pada tahun 2011-2014. Pada tahun 2014 penulis diterima di Departemen Teknik Geofisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama menjadi mahasiswa di Teknik Geofisika ITS, penulis mendapatkan pengalaman softskill diantaranya menjadi staff Sosial Masyarakat Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika (HMTG) ITS periode tahun 2015-2016, menjadi Staff BSO Forum Silaturahmi Lembaga Dakwah Jurusan JMMI ITS periode 2015-2016, menjadi Staff Departemen Pengabdian Masyarakat Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika (HMTG) ITS periode 2016-2017. Kepanitiaan yang pernah diikuti oleh penulis yaitu sebagai Organizing Committee acara ISKLI untuk mahasiswa tahun pertama pada tahun 2015, Sekertaris Acara Kelas Inspirasi Kebumian pada tahun 2016. Sie Kesekretariatan acara GEOSPHERE pada tahun 2017.

Pengalaman praktik yang penulis pernah lakukan adalah Kuliah Lanagan Terpadu dengan menggunakan 5 metode geofisika yaitu metode Geolistrik, Seismik, Mikrotremor, Magnetik dan Gravity pada tahun 2017.

